

**Optical mouse for computer input has a lens system or shaped light tube for directing light towards a target point where it can be imaged and used to control a cursor**

**Publication number:** DE10220890

**Publication date:** 2003-01-02

**Inventor:** THEYTAZ OLIVIER (CH); PILLOUD FRANCIS (CH);  
EICHENBERGER PASCAL (CH)

**Applicant:** LOGITECH EUROP SA (CH)

**Classification:**

- **International:** G06F3/033; G06F3/033; (IPC1-7): G06F3/03

- **european:** G06F3/033Z2; G06F3/033Z8D1

**Application number:** DE20021020890 20020510

**Priority number(s):** US20010290268 20010510; US20010033427 20011227

**Report a data error here**

**Abstract of DE10220890**

System for illumination of a target surface has a light source (LED) arranged at an angle to a circuit board so that the light source transmits light through an opening in the circuit board and a lens for directing the light towards the target surface. Independent claims are made for: a method for manufacturing an effective illumination system; a refractive lens for directing the light; and an alternative illumination system based on a cone shaped light tube with a curved inlet and outlet for generation of total internal reflection.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(5)



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

## DE 102 20 890 A 1

⑮ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
G 06 F 3/03

⑯ Aktenzeichen: 102 20 890.5  
⑯ Anmeldetag: 10. 5. 2002  
⑯ Offenlegungstag: 2. 1. 2003

⑯ Unionspriorität:  
290268 10. 05. 2001 US  
033427 27. 12. 2001 US

⑯ Anmelder:  
Logitech Europe S.A., Romanel-sur Morges, CH

⑯ Vertreter:  
BOEHMERT & BOEHMERT, 80336 München

⑯ Erfinder:  
Theytaz, Olivier, 1009 Pully, CH; Pilloud, Francis,  
1815 Clarens, CH; Eichenberger, Pascal, 1007  
Lausanne, CH

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Optisches Beleuchtungssystem und -verfahren

⑯ Ein System, Verfahren und Herstellungsverfahren für ein optisches Gerät mit effizienter optischer Beleuchtung. Die optische Beleuchtung kann sichergestellt werden, indem mit Hilfe einer geneigten Lichtquelle und einer Brechungslinse das Licht auf eine Oberfläche gelenkt wird. Alternativ dazu kann optische Beleuchtung mit Hilfe totaler interner Reflexion mit einer kegelförmigen Lichtröhre und einer gekrümmten Eintritts- und Austrittsoberfläche erreicht werden.

DE 102 20 890 A 1

DE 102 20 890 A 1

## Beschreibung

## QUERVERWEIS AUF VERWANDTE PATENTANMELDUNGEN

[0001] Diese Patentanmeldung beantragt Priorität über die vorläufige US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 60/290,268, Titel "Optisches Beleuchtungssystem und -verfahren", die am 10. Mai 2001 eingereicht wurde, auf deren Gesamttext hiermit verwiesen wird und die ein einen wesentlichen Bestandteil dieser vorliegenden Patentanmeldung darstellt.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

## A. Technischer Anwendungsbereich

[0002] Diese vorliegende Erfindung betrifft im Allgemeinen optische Technologie, insbesondere optische Technologie, die in einem Eingabegerät eingesetzt wird.

## B. Hintergrund der Erfindung

[0003] Optische Technologie wird in vielen Anwendungsbereichen eingesetzt, u. a. in optischen Eingabegeräten. Unter den verschiedenen Arten von Eingabegeräten seien die Maus, der Trackball, und der Joystick erwähnt. Optische Eingabegeräte sind mechanischen und optomechanischen Eingabegeräten in mehrfacher Hinsicht überlegen. Beispielsweise weisen mechanische oder optomechanische Eingabegeräte mechanische Bestandteile auf, die ausfalls- oder abnützungsanfälliger sind. Optische Geräte, die lediglich Festkörperbestandteile aufweisen, sind für derartige Ausfälle oder Abnützungen weniger empfindlich. Ein Nachteil von optischen Eingabegeräten liegt jedoch in ihrem höheren Stromverbrauch, der zum Teil durch eine ineffiziente Beleuchtungsquelle oder ein ineffizientes Beleuchtungssystem verursacht wird. Die Beleuchtung erfordert einen präzisen Beleuchtungswinkel sowie ausreichende optische Stärke zur Erzeugung eines Musters auf einer Oberfläche (z. B. einer Tischoberfläche), das von einem Photosensor erfasst werden kann. Bei diesem Muster handelt es sich um das Oberflächenmuster selbst, das vom Lichtstrahl oder dem Licht und Schatten der Oberflächenmikrostruktur beleuchtet wird, dass vom Beleuchtungsstrahl erzeugt wird, der in einem geeigneten Winkel darauf auftrifft. Bei herkömmlichen Beleuchtungssystemen ist für die erwünschte Beleuchtung im gewünschten Winkel und mit der gewünschten optischen Stärke aufgrund ineffizienter Beleuchtungssysteme viel Strom erforderlich. Dieser Stromverbrauch verkürzt bei drahtlosen, optischen Zeigegerätsystemen die Lebensdauer der Batterie.

[0004] Als Beispiel für ein optisches Bewegungssystem sei eine optische Maus genannt. Bei einer optischen Maus wird ein herkömmliches Beleuchtungssystem eingesetzt. Herkömmliche Beleuchtungssysteme bestehen aus einer Leuchtdiode (LED) und einem Doppelprismensystem. Das Doppelprismensystem umfasst eine Eintrittsoberfläche, ein Doppelprisma sowie drei Austrittsflächen, die in etwa eine zylindrische, konkave Austrittsoberfläche beschreiben. Bei der Eintrittsoberfläche handelt es sich um eine eben/konvexe Linsenform, die mit dem Doppelprismenkörper in Verbindung steht, die das LED-Licht sammelt und kollimiert. Das Doppelprisma lenkt den Lichtstrahl im erforderlichen Einfallswinkel auf ein Zielgebiet auf der Tischoberfläche. Die zylindrische, konkave Austrittsoberfläche versucht, das Licht gleichmäßig über das Zielgebiet zu verteilen. Eine Bilderzeugungslinse bildet den beleuchteten Bereich auf ei-

nem optischen Sensor ab. Das Doppelprismensystem dient als Lichtleiter zwischen der LED und der Tischoberfläche (z. B. einer Tischplatte oder einem Mousepad). Bei herkömmlichen Beleuchtungssystemen muss eine totale interne

5 Reflektions-Bedingung (TIR-Bedingung) erfüllt werden. Eine TIR-Bedingung wird erfüllt, sobald der Einfallswinkel eines Lichtstrahls, beispielsweise im Inneren eines Kunststoffmaterials, dass mit Luft in Kontakt steht, größer ist als der kritische Winkel, der zu totaler interner Reflexion an 10 der transparenten Materialoberfläche führt, wobei keine Strahlen außerhalb des transparenten Materials gebrochen werden. Strahlen, die nicht auf die Eintrittsoberfläche treffen oder Strahlen, die die TIR-Bedingung innerhalb des Doppelprismenwegs nicht erfüllen, gehen jedoch verloren.

15 In herkömmlichen Beleuchtungssystemen wird die LED auf einer PCB (Leiterplatte) in horizontaler Konfigurierung auf der Komponentenseite der Leiterplatte angebracht. Bei dieser herkömmlichen Konfigurierung kann die LED auf einfache Art und Weise gleichzeitig mit anderen elektronischen 20 Bestandteilen auf die Leiterplatte gelötet werden. Dabei muss das Doppelprisma, um das Licht auf die Zieloberfläche zu richten, sowohl die benötigte vertikale Distanz als auch den erforderlichen Einfallswinkel aufweisen.

[0005] Herkömmliche Beleuchtungssysteme auf Grundlage eines Doppelprismensystems zeichnen sich durch einen langen Lichtweg und mehrfache Richtungsänderungen aus, wobei es ebenfalls nicht möglich ist, divergierende Strahlen zu sammeln, was zur Erhöhung des Verlusts und reduzierter Wirksamkeit führt. Nachdem die Lichtquelle, die die LED 25 und die LED-Optik umfasst, keine punktuelle Lichtquelle ist, ist es darüber hinaus nicht möglich, alle Strahlen der LED genau zu fokussieren. Bei diesem herkömmlichen System finden beträchtliche Verluste statt. Als Beispiele für vier Arten von Verlusten seien der TIR-Verlust, Reflektions- 30 bzw. Brechungsverlust, Übertragungsverlust sowie der Kopplungseffizienzverlust genannt. Der Kopplungseffizienzverlust ist darauf zurückzuführen, dass nicht das gesamte Licht von der LED in das Doppelprisma gelangen kann, weil die LED nicht exakt parallel zur Eintrittsoberfläche des Prismas ausgerichtet werden kann und die Oberfläche der Eintrittslinse des Prismas nicht groß genug ist, um den gesamten Betrachtungswinkel [der Strahlen] abzudecken, die von der LED emittiert werden. Alle der zahlreichen Zwischenteile tragen zu diesem Ausrichtungsfehler bei, beispielsweise ein LED-Paket, eine LED-Halterung, die Leiterplatte sowie ein Mausgehäuse. Aufgrund der oben genannten Beschränkungen werden die Intensität, Gleichmäßigkeit sowie die Position des Beleuchtungspunkts negativ beeinträchtigt.

[0006] Es besteht deshalb ein Bedarf an einer Verbesserung der Beleuchtung eines optischen Eingabegeräts, während gleichzeitig die Bildsignalstärke auf einem Photosensor erhöht wird. Dementsprechend ist es ebenfalls wünschenswert, ein optisches Eingabegerät mit einer effizienten Beleuchtungsquelle zur Verfügung zu stellen, das dabei behilflich ist, den Stromverbrauch zu senken, die Lebensdauer der Batterie zu erhöhen und das Zielgebiet gleichmäßig auszuleuchten.

## 60 ZUSAMMENFASSENDE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0007] Die vorliegende Erfindung stellt ein effizientes Beleuchtungssystem zur Verfügung. Dieses Beleuchtungssystem kann in optischen Eingabegeräten, beispielsweise einer optischen Maus, eingesetzt werden. Diese vorliegende Erfindung beinhaltet ein optisches System mit einer kegelförmigen Lichtröhre mit einer gekrümmten (z. B. ringförmig-

gen) Eintritts- oder Austrittsoberfläche (oder "Fenster") in einer Ausgestaltung und einer lichtbrechenden Beleuchtungslinse in einer weiteren Ausgestaltung dieser Erfindung. Zur Vereinfachung der Beschreibung wird der Begriff "oder" in diesem Zusammenhang sowohl als inklusives als auch exklusives "oder" gebraucht, d. h. als "und/oder".

[0008] In einer Ausgestaltung dieser vorliegenden Erfindung wird eine Brechungslinse mit einer geneigten Lichtquelle eingesetzt. Bei der Lichtquelle kann es sich um eine Leuchtdiode (LED) im sichtbaren Spektrum oder in der Nähe des Infrarotspektrums handeln. Die Lichtquelle kann Licht mit jeder beliebigen Wellenlänge oder mit mehreren Wellenlängen ausstrahlen. In alternativen Ausgestaltungen dieser Erfindung können lichtbrechende Oberflächen der Brechungslinse durch eine Fresneloberfläche oder eine Oberfläche mit einem diffraktiv optischen Element (DOE) ersetzt werden. Zur Vereinfachung der Beschreibung wird in dieser vorliegenden Erfindung von einem Linsensystem gesprochen, das jede beliebige der oben erwähnten optischen Oberflächen oder eine beliebige Kombination der oben erwähnten optischen Oberflächen umfassen kann. Es sei darauf hingewiesen, dass mit dem Begriff "Brechungslinse" eine Linse gemeint ist, die entweder eine Brechungslinse, eine Fresneloberfläche, ein diffraktiv optisches Element (DOE), oder eine beliebige Kombination dieser Linsenarten darstellt.

[0009] Die Lichtquelle kann schräg zur Leiterplatte ausgerichtet werden. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung verfügt die Leiterplatte über eine Öffnung, durch die die Lichtquelle treten kann. In einer weiteren Ausgestaltung dieser Erfindung ist die Lichtquelle auf einer separaten Leiterplatte montiert. Das Linsensystem lenkt das von der Lichtquelle ausgestrahlte Licht auf ein Zielgebiet auf einer Oberfläche, z. B. auf einer Tischoberfläche oder einer anderen Oberfläche. Typischerweise ist die Leiterplatte parallel zur Tischoberfläche ausgerichtet. Die Tischoberfläche kann eben oder gekrümmt sein; bei einem optischen Trackball beispielsweise ist die Oberfläche gekrümmt. In einer Ausgestaltung dieser vorliegenden Erfindung ist die Lichtquelle in etwa parallel zur Leiterplatte ausgerichtet. In dieser Ausgestaltung kann eine kegelförmige Lichtröhre mit einer gekrümmten Eintrittsoberfläche oder Austrittsoberfläche gebildet werden, mit der das von der Lichtquelle ausgestrahlte Licht auf das Zielgebiet auf der Tischoberfläche gelenkt wird. Es sei darauf hingewiesen, dass mit dem Begriff "gekrümmte Oberfläche" eine ringförmige, kugelförmige, asphärische, zylindrische oder eine keilförmige Oberfläche gemeint ist. Die ausgeleuchtete Zielgebietgröße ist mit der vom Sensor erfassten Tischoberfläche über eine beliebige Bilderzeugungslinse verbunden; Sicherheitsspielräume werden ebenfalls berücksichtigt.

[0010] Diese vorliegende Erfindung weist eine ganze Reihe von Vorzügen und Vorteilen auf. Ein Vorteil besteht darin, dass aufgrund der höheren Lichtausbeute weniger LED-Strom benötigt wird, um eine höhere optische Stärke auf der Tischoberfläche zu erzeugen, was bei drahtlosen Produkten dazu beiträgt, die Lebensdauer der Batterie zu verlängern. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass damit eine hocheffiziente LED zwecks Kompensierung eines ineffizienten Beleuchtungssystems überflüssig wird, was zur Kostenenkung beiträgt, nachdem somit eine weniger effiziente Lichtquelle eingesetzt werden kann. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die mechanischen Abmessungen des Systems verkleinert werden, womit die Designflexibilität erhöht und Kosten eingespart werden. Dies führt beispielsweise zu einer beträchtlichen Verringerung der Größe des optischen Teils eines Beleuchtungssystems. Aufgrund dieser Verkleinerung kann ein kleinerer Linsenteil eingesetzt

werden, der bei der Herstellung weniger optisches Material, eine geringere Einspritzzeit und eine kleinere Form benötigt, was zu Kosteneinsparungen führt. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Robustheit der Position des Beleuchtungsgebiets im Hinblick auf das Zielgebiet erhöht wird. Ein weiterer Vorteil könnte in einer Vergrößerung der Tiefenschärfe bestehen, nachdem mit der Bilderzeugungslinse eine kleinere Blende benutzt werden kann. Eine Vergrößerung der Tiefenschärfe erlaubt höhere mechanische Toleranzen.

5 10 Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Belichtungszeit verkürzt wird, da der Sensor mit der erforderlichen Energie menge in kürzerer Zeit belichtet wird. Der Zeitverkürzungsfaktor entspricht dabei dem Zuwachs der Lichtausbeute.

[0011] In einer Ausgestaltung dieser Erfindung kommt 15 eine lichtbrechende Beleuchtungslinse zum Einsatz. Es sei darauf hingewiesen, dass bei dieser Ausgestaltung ein lediglich lichtbrechendes Beleuchtungssystem zur Verfügung gestellt wird; anders ausgedrückt, totale interne Reflexion, was zu zusätzlichen Verlusten führt, kommt nicht zur Anwendung.

In dieser Ausgestaltung dieser Erfindung wird die Länge des optischen Systems beträchtlich reduziert, indem eine geneigte LED, die eine Schnittstelle mit einer Brechungslinse anstatt mit einem Doppelprismas oder einer Lichtröhre aufweist, verwendet wird. In dieser Ausgestaltung dieser Erfindung kann die LED geneigt und näher zum Zielgebiet positioniert werden. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung ist die LED derart geneigt, dass sie nicht parallel zur Leiterplatte verläuft, beispielsweise indem die LED in einem Winkel zwischen 20 und 30 Grad zur Leiterplatte platziert wird. Die LED kann derart positioniert werden, dass sie durch die Leiterplatte hindurchtritt. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung weist die Brechungslinse eine gekrümmte Eintrittsoberfläche und eine gekrümmte Austrittsoberfläche auf.

[0012] In einer Ausgestaltung dieser Erfindung werden 20 Systemverluste mit Hilfe des Beleuchtungslichtrohrs reduziert, womit dessen Wirksamkeit erhöht wird. Die Verluste werden mit Hilfe einer Lichtröhre mit einer kegelförmigen Form reduziert, was den Bereich oder die Oberflächen, wo

40 die Strahlen nicht der TIR-Bedingung unterliegen, verringert. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung wird anstatt eines Doppelprismas eine kegelförmige (oder zylindrische) Lichtröhre verwendet. Die Eintrittsoberfläche der kegelförmigen Lichtröhre ist dabei größer als dessen Austrittsoberfläche.

45 In Verbindung mit der Lichtröhrenfunktion sorgt die große Eintrittsoberfläche dafür, dass größere Positionsfehler der LED toleriert werden können. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung wird eine gekrümmte (z. B. ringförmige) Eintrittsoberfläche oder Austrittsoberfläche benutzt. Der Begriff "ringförmig" bedeutet dabei, dass die Eintrittsoberfläche oder Austrittsoberfläche mindestens zwei verschiedene Kurvenradien orthogonal zueinander in einer senkrechten und einer waagrechten Ebene aufweist. Eine Ausgestaltung dieser Erfindung weist eine gekrümmte Oberfläche an beiden Enden des kegelförmigen Lichtröhrenabschnitts auf.

50 Der kegelförmige Abschnitt kann von einer ersten reflektierenden Oberfläche abgestumpft werden. Diese Abstumpfung ist insofern vorteilhaft, als dadurch die LED horizontal positioniert werden kann bzw. der erforderliche Auftreffwinkel des Strahls auf der Zieloberfläche sichergestellt wird. In einer weiteren Ausgestaltung dieser Erfindung sorgt eine zweite reflektierende Oberfläche ebenfalls dafür, dass das Licht auf die Oberfläche gelenkt wird. Die zweite Abstumpfung ermöglicht andere LED-Positionen und führt zu einer weiteren Erhöhung der Designflexibilität. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung lenken die reflektierenden Oberflächen zusammen mit der Lichtröhre den Grossteil des Lichts durch die Austrittsoberfläche hinaus, womit ein dop-

pelt abgestumpfter Kegel gebildet wird. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung können die reflektierenden Oberflächen mit einem metallischen Belag überzogen werden, um sicherzustellen, dass diejenigen Strahlen reflektiert werden, die die TIR-Bedingung nicht erfüllen. In einer alternativen Ausgestaltung dieser Erfindung können die erste reflektierende Oberfläche und die zweite reflektierende Oberfläche entfernt werden, sobald die LED in einem zuvor bestimmten Winkel positioniert wird.

[0013] In einer Ausgestaltung dieser Erfindung wird die Beleuchtungseffizienz um einen Faktor von mindestens zwei im Vergleich mit herkömmlichen Beleuchtungssystemen verbessert, indem beispielsweise eine kegelförmige Lichtröhre, die von zwei reflektierenden Ebenen stumpfartig geschnitten wird, verwendet wird. Dies bedeutet, dass zwei Mal weniger Strom in der LED oder, anders ausgedrückt, der halbe Strom erforderlich ist, um denselben Beleuchtungsgrad zu erzielen. Bei Ausgestaltungen dieser Erfindung mit der geneigten LED kann die Effizienz des Beleuchtungssystems mindestens um das Dreifache erhöht werden. Die Länge des gesamten Linsensystems kann um ca. 10 Millimeter (mm) verringert werden.

[0014] Wie oben beschrieben, umfassen die Vorteile dieser Erfindung eine höhere Lebensdauer der Batterie, beispielsweise bei einer drahtlosen optischen Maus, aufgrund geringeren Stromverbrauchs und Erhöhung der Effizienz der Komponenten. Eine hocheffiziente oder starke Lichtquelle ist bei dieser Erfindung aufgrund der höheren Effizienz des Beleuchtungssystems überflüssig. Bei einer Ausgestaltung dieser vorliegenden Erfindung wird die Länge des optischen Systems reduziert, was mehr Flexibilität im Hinblick auf industrielles Design ermöglicht. Bei dieser Erfindung kann die Tiefenschärfe vergrößert werden, indem die Blende der Bilderzeugungslinse verringert wird, nachdem auf der Oberfläche mehr Energie vorhanden ist. Mit dieser vorliegenden Erfindung wird ein wesentlich robusteres System bereitgestellt im Hinblick darauf, dass die Lichtquelle und die Beleuchtungslinse nicht parallel verlaufen, indem genügend Energie auf der Oberfläche zur Verfügung gestellt wird. Diese vorliegende Erfindung ermöglicht es, die Belichtungszeit des Sensors zu reduzieren, solange die herkömmliche (hocheffiziente) Lichtquelle und der Betriebsstrom beibehalten werden. Bei dieser vorliegenden Erfindung soll die Oberfläche gleichmäßiger punktuell ausgeleuchtet werden.

[0015] Wie aus der obigen Beschreibung hervorgeht, kann diese vorliegende Erfindung in vielen verschiedenen Anwendungsbereichen eingesetzt werden und ist nicht auf eine bestimmte Anwendung beschränkt. Viele Techniken, die bei der vorliegenden Erfindung zum Einsatz kommen, können zu Beleuchtungszwecken in einer Reihe von optischen Bewegungsdetektionssystemen angewandt werden.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0016] Abb. 1A und 1B zeigen eine Seitenansicht einer Ausgestaltung dieser vorliegenden Erfindung mit einer lichtbrechenden Beleuchtungslinse mit einer ebenen, zylindrischen, kugelförmigen, asphärischen oder ringförmigen Eintrittsoberfläche oder Austrittsoberfläche.

[0017] Abb. 2 zeigt eine zweite Seitenansicht einer Ausgestaltung dieser vorliegenden Erfindung, die lediglich eine lichtbrechende Beleuchtungslinse, eine LED, das Zielgebiet, eine Bilderzeugungslinse und einen Sensor aufweist.

[0018] Abb. 3A, 3B und 3C zeigen den Aufbau einer kegelförmigen Lichtröhre mit keiner, einer und zwei Schnittebene(n).

[0019] Abb. 4 zeigt eine Seitenansicht einer Ausgestal-

tung dieser vorliegenden Erfindung mit einer kegelförmigen Lichtröhre mit einer einzigen Schnittebene.

[0020] Abb. 5 zeigt die Seitenansicht einer Ausgestaltung dieser vorliegenden Erfindung mit einer kegelförmigen Lichtröhre mit zwei Schnittebenen und einer gekrümmten Eintrittsoberfläche oder Austrittsoberfläche.

[0021] Abb. 6 zeigt die Draufsicht auf eine Ausgestaltung dieser vorliegenden Erfindung mit einer kegelförmigen Lichtröhre mit zwei Schnittebenen und einer gekrümmten Eintrittsoberfläche oder Austrittsoberfläche.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0022] Die folgende Beschreibung dieser Erfindung erfolgt im Zusammenhang mit der optischen Beleuchtungen in optischen Bewegungsdetektionssystemen, die beispielsweise bei einem Computereingabegerät eingesetzt werden. In manchen Ausgestaltungen dieser Erfindung können die hier beschriebenen Prinzipien in einer optischen Maus oder einem optischen Trackball zur Anwendung kommen. Fachleute werden erkennen, dass diese vorliegende Erfindung in vielen anderen Anwendungsbereichen und -gebieten eingesetzt werden kann, sowohl im Rahmen der optischen Beleuchtung zwecks optischer Bewegungserkennung als auch in anderen Einsatzgebieten. Unterschiedliche Ausgestaltungen dieser Erfindung werden nun unter Bezugnahme auf die Abbildungen beschrieben, wobei die gleichen Referenznummern identische oder funktional ähnliche Elemente bezeichnen. Im Hinblick auf die Abbildungen sei des weiteren darauf hingewiesen, dass die linke Zahl jeder Referenznummer die Abbildung bezeichnet, in der die jeweilige Referenznummer erstmals verwendet wird.

[0023] Dementsprechend ist die folgende Beschreibung, obwohl damit bestimmte erfindungsgemäße Ausgestaltungen erläutert werden sollen, nicht als erschöpfende Beschreibung des Umfangs dieser vorliegenden Erfindung oder ihrer Anwendbarkeit auf andere Gebiete oder Bereiche gedacht, und der Umfang dieser vorliegenden Erfindung wird ausschließlich von den Patentansprüchen beschränkt und festgelegt.

[0024] Abb. 1A zeigt eine Seitenansicht einer Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen optischen Linsensystems mit einer lichtbrechenden Beleuchtungslinse. Es sei darauf hingewiesen, dass das lichtbrechende Beleuchtungssystem (z. B. mit einer ebenen, zylindrischen, kugelförmigen, asphärischen oder ringförmigen Eintritts- oder Austritts-oberfläche, oder Fenster) auch als Linse 135 bezeichnet wird. Abb. 1A zeigt eine Lichtquelle 100, eine Linse 135 mit einer Eintrittsoberfläche 110 und einer Austrittsoberfläche 115, eine Leiterplatte 105, ein Zielgebiet (oder einen Konzentrationspunkt) 120 auf einer Oberfläche und eine Bilderzeugungslinse 125. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung kann die Lichtquelle 100 eine Öffnung in der Leiterplatte 105 passieren. Von der Lichtquelle 100 ausgestrahltes Licht gelangt durch die Eintrittsoberfläche 110 in die Linse 135. Das Licht, das durch die Austrittsoberfläche 115 der Linse 135 austritt, bildet einen Lichtstrahl 130 und wird auf eine Oberfläche auf dem Zielgebiet 120 gelenkt. Das Zielgebiet 120 ist parallel zur Bilderzeugungslinse 125 ausgerichtet.

Bei der Oberfläche kann es sich um jede beliebige Oberfläche handeln, beispielsweise eine Tischplatte oder -oberfläche, ein Mousepad, eine Papieroberfläche oder eine beliebige andere Oberfläche. In allen nachfolgenden Beschreibungen wird der Begriff "Tischoberfläche" als allgemeiner Begriff für alle Oberflächen benutzt, einschließlich einer kugelförmigen Oberfläche bei einem Trackball.

[0025] In einer alternativen Ausgestaltung dieser Erfindung geht die Lichtquelle 100 nicht ganz durch die Leiter-

platte 105 hindurch. Diese Ausgestaltung weist eine Öffnung in der Leiterplatte 105 auf, durch die das von der Lichtquelle ausgestrahlte Licht 100 die Leiterplatte 105 passieren kann. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung passt die Linse 135 die Leiterplatte 105.

[0026] Die Eintrittsoberfläche 110 der Linse 135 weist eine gekrümmte Form auf. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung kann die Eintrittsoberfläche 110 aspherisch ausgebildet sein, um so viel Licht wie möglich zu sammeln. In einer anderen Ausgestaltung dieser Erfindung kann die Eintrittsoberfläche 110 der Beleuchtungslinse 135 der Spitze der LED angepasst werden, sodass ein kontinuierliches Medium entsteht, ohne dass sich dabei der Brechungsindex verändert. Die Austrittsoberfläche 115 beugt das Licht derart, dass der gewünschte Winkel erzielt wird, und fokussiert das Licht derart, dass ein Beleuchtungspunkt im Zielgebiet erzeugt wird, der auf der Oberfläche so gleichmäßig wie möglich ist. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung kann die Austrittsoberfläche oder die Eintrittsoberfläche geschliffen werden, um das Licht zu zerstreuen, wodurch dessen Gleichmäßigkeit im Zielgebiet 120 erhöht wird. Die LED-Matrise verfügt über einen Kontaktspur in der Mitte, wodurch ein Belichtungsloch erzeugt wird, und bei manchen Ausgestaltungen dieser Erfindung kann eine geschliffene Eingangsoberfläche 110 oder Austrittsoberfläche 115 verhindern, dass die Matrize auf der Oberfläche abgebildet wird.

[0027] Die Eintrittsoberfläche 110 bindet sich am nächsten zur Lichtquelle 100. Die Eintrittsoberfläche 110 kann symmetrisch um die optischen Achse der LED verlaufen oder je nach Design versetzt sein. Die Eintrittsoberfläche 110 kann zum Sammeln des Lichts verwendet werden. Bei der Austrittsoberfläche 115 handelt es sich ebenfalls um eine gekrümmte Oberfläche, die derart konfiguriert sein kann, dass der Lichtstrahl so geformt wird, dass die Verlängerung, die sich aus dem spitzen Winkel des Lichtstrahls ergibt, ausgeglichen wird. Nachdem der Lichtstrahl schräg auf das Zielgebiet trifft, wird die entsprechende Abmessung vergrößert, wodurch ein Lichtpunkt mit ungefähr gleicher Breite und Höhe erzeugt wird.

[0028] Bei der Eintrittsoberfläche 110 der Linse 135 kann es sich beispielsweise um eine kugelförmige, zylindrische, ringförmige oder asphärische Oberfläche sowie eine lichtbrechende, Fresnel-, oder DOE-Oberfläche handeln. Entsprechend kann es sich bei der Austrittsoberfläche 115 der Linse 135 ebenfalls beispielsweise um eine kugelförmige, zylindrische, ringförmige oder asphärische Oberfläche sowie eine lichtbrechende, Fresnel- oder DOE-Oberfläche handeln. Sowohl die Eintrittsoberfläche 110 wie auch die Austrittsoberfläche 115 wirken lichtbrechend. Durch Anpassung der Form der Eintrittsoberfläche 110 oder der Austrittsoberfläche 115 oder von beiden kann der Lichtstrahl, der aus der Linse 135 austritt, je nach Bedarf geformt oder geneigt werden. Sollte zum Beispiel eine Oberfläche eine zylindrische Form haben, wird eine Abmessung des Lichtstrahls von der Lichtquelle 100 beeinflusst. Bei einer kugelförmigen Oberfläche werden beide Abmessungen des Lichtstrahls von der Lichtquelle 100 gleichermaßen beeinflusst. Bei einer ringförmigen Oberfläche werden zwei Abmessungen des Lichtstrahls von der Lichtquelle 100 beeinflusst, jedoch auf unterschiedliche Art und Weise. Die Eintritts- und Austrittsoberflächen 110 und 115 können parallel (im Sinne von zwei eben-konvexen Linsen, die an ihren ebenen Oberflächen miteinander verbunden sind) oder schräg zueinander (wobei ein keilförmiges Prisma zwischen die beiden ebenen Oberflächen eingefügt wird) verlaufen. Bei der parallelen Konfiguration entspricht die Eintrittsstrahlachse der Austrittsstrahlachse. Bei der schrägen Konfiguration wird die

Strahlenachse gefaltet.

[0029] In einer Ausgestaltung dieser Erfindung kommt eine Brechungslinse 135 zum Einsatz. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung weist die Eintrittsoberfläche 110 eine asphärische Form und die Austrittsoberfläche 115 eine zylindrische Form auf. Mit der asphärischen Eintrittsoberfläche wird das Licht gesammelt und fokussiert. Die zylindrische Austrittsoberfläche verteilt das Licht gleichmäßig im Zielgebiet 120.

[0030] In einer Ausgestaltung dieser Erfindung, kann es sich bei der erfundungsgemäßen Lichtquelle 100 um eine Leuchtdiode (LED) handeln, die Licht mit einer Wellenlänge von ungefähr 630 nm ausstrahlt. In einer weiteren Ausgestaltung dieser Erfindung kann als Lichtquelle 100 jede beliebige andere Lichtquelle eingesetzt werden, die Licht jeder beliebigen Wellenlänge des sichtbaren Spektrums oder in der Nähe des infraroten Spektrums ausstrahlt. Die Lichtquelle kann Licht mit einer beliebigen Wellenlänge oder mit mehreren Wellenlängen ausstrahlen. Die Linse 135 kann aus vielen verschiedenen Materialien hergestellt werden, u. a. aus beliebigen optischen Polymeren oder Glas. Als Beispiele für Materialien, die für die Linse 135 verwendet werden können, seien Polycarbonat, Polystyrol, Acryl, Polymethylmethacrylat oder andere optische Plastikwerkstoffe genannt. Bei allen Ausgestaltungen dieser Erfindung kann jedes beliebige Material eingesetzt werden, mit dem die gewünschte Sammlung und Fokussierung des Lichts erreicht werden kann.

[0031] Ein Vorzug der Ausgestaltungen dieser Erfindung, bei denen die Linse 135 zum Einsatz kommt, besteht darin, dass keine totale interne Reflexion erforderlich ist. Indem keine totale interne Reflexion zur Lenkung des Licht auf die Tischoberfläche verwendet wird, wird das System robuster, nachdem es weniger kritische Oberflächen aufweist, was zu weniger Fehler oder Abweichungen führt. Darüber hinaus kann der optische Lichtweg wesentlich kürzer als in Linsensystemen mit totaler interner Reflexion sein, was ebenfalls zu potenziell weniger Fehlermöglichkeiten führt. Bei dieser vorliegenden Erfindung wird unterbunden, dass sich Lichtübertragungsfehler summieren, die eintreten können, wenn der Winkel zwischen der Lichtquelle 100 und der Eintrittsoberfläche 110 der Linse 135 nicht richtig eingestellt wird.

[0032] Typischerweise befindet sich ein Linse in der Nähe der Lichtquelle und verläuft symmetrisch zu einer Symmetriechse der Lichtquelle. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung, die auf totaler interner Reflexion beruht, reagiert die Linse empfindlich auf kleine Änderungen der Parallelität zwischen der Lichtquelle und der Linse. Manche Ausgestaltungen dieser Erfindung beruhen jedoch nicht auf totaler interner Reflexion, beispielsweise die in Abb. 1 gezeigte Ausgestaltung dieser Erfindung, und sind deshalb nicht derart empfindlich auf fehlende Parallelität zwischen der Lichtquelle und der Linse.

[0033] Abb. 1B zeigt eine Seitenansicht einer weiteren Ausgestaltung dieser vorliegende Erfindung. Abb. 1B zeigt eine weitere Lichtquelle 140, eine Leiterplatte 105, eine keilförmige Brechungslinse 145, ein Zielgebiet 120 sowie eine Bilderzeugungslinse 125. Bei der gezeigten Ausgestaltung der Erfindung wird eine Lichtquelle 140 mit einem schmalen Betrachtungswinkel verwendet. Beispielsweise kann der Betrachtungswinkel 15 Grad oder weniger betragen. Typischerweise beträgt der LED-Betrachtungswinkel ungefähr 30 Grad.

[0034] In dieser Ausgestaltung der Erfindung ist es angesichts der Tatsache, dass die Lichtquelle über einen schmalen Lichtstrahl verfügt, nicht notwendig, den Lichtstrahl zu konzentrieren, und ebene Eintritts- oder Austrittsoberflächen können benutzt werden. Die keilförmige Linse 145

dient dazu, den Lichtstrahl zu beugen, so dass dieser im gewünschten Winkel auf das Zielgebiet auftrifft. Sollte die Lichtquelle 140 mit einem schmalen Betrachtungswinkel benutzt werden, kann die Eintrittsoberfläche 110' eben sein. Die Linse 135 (in Abb. 1A gezeigt) kann durch eine keilförmige Linse 145 ersetzt werden. Die keilförmige Linse 145 beugt einen Lichtstrahlachse derart, dass der Lichtstrahl in einem benötigten Winkel auf ein Zielgebiet 120 auftrifft. Das Zielgebiet verläuft parallel zu einer Bilderzeugungslinse 125. Eine hochgradig gerichtete Lichtquelle vereinfacht eine Eintrittsoberfläche 110' der keilförmigen Linse 145, obgleich auch eine zylindrische oder ringförmige Austrittsoberfläche 115' verwendet werden kann, um dem Lichtstrahl eine dünne, jedoch breite Form zu verleihen. Der von der Leiterplatte 105 wegzeigende Winkel 150 kann jeder beliebigen Winkel sein, der notwendig ist, um den gewünschten Abweichungswinkel zu erzeugen und die TIR-Bedingung nicht zu erfüllen. Beispielsweise kann der Winkel 150 zwischen 5 Grad und 35 Grad betragen. Bei einer LED mit einem typischen Betrachtungswinkel von 30 Grad kann der Keil 135 eine gekrümmte Eintrittsoberfläche oder eine gekrümmte Austrittsoberfläche aufweisen, d. h. eine Kombination der Abb. 1A und 1B. Entweder die Eintrittsoberfläche 110' oder die Austrittsoberfläche 115' kann teilweise oder vollständig geschliffen sein.

[0035] Abb. 2 zeigt eine Seitenansicht einer Ausgestaltung dieser vorliegenden Erfindung mit der Linse 135 mit der Eintrittsoberfläche 110 und der Austrittsoberfläche 115. Abb. 2 zeigt die Lichtquelle 100, die Linse 135, einschließlich Eintrittsoberfläche 110 und Austrittsoberfläche 115, das Zielgebiet 120, die Bilderzeugungslinse 125, und eine Sensor-Matrizen-Oberfläche 205. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung handelt es sich bei der gezeigten Lichtquelle 100 um eine LED. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung steht die LED schräg zu einer oberen Oberfläche der (nicht gezeigten) Leiterplatte. Ähnlich wie in Abb. 1 gezeigt, dringt von der LED ausgestrahltes Licht in die Linse 135 ein. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung sammelt und bricht die Eintrittsoberfläche 110 das Licht, das von der LED 100 ausgestrahlt wird. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung bricht die Austrittsoberfläche 115 das von der Eintrittsoberfläche 110 gesammelte Licht und verteilt dieses. Das Licht wird auf der Tischoberfläche fokussiert, auf der sich das Zielgebiet 120 befindet. Die Bilderzeugungslinse erzeugt ein Bild auf der Tischoberfläche, auf der sich das Zielgebiet 120 befindet. Die Muster auf der Tischoberfläche oder die Muster der Mikrostruktur der Oberfläche werden von der Bilderzeugungslinse 125 auf der Sensoroberfläche 205 abgebildet.

[0036] Abb. 3A zeigt eine Seitenansicht einer kegelförmigen Lichtröhre. Abb. 3A zeigt eine Lichtquelle 100 und eine kegelförmige Lichtröhre 312. Die kegelförmige Lichtröhre weist eine Eintrittsoberfläche 355 oder eine Austrittsoberfläche 310 auf. Bei der Eintrittsoberfläche 355 oder der Austrittsoberfläche 310 kann es sich um eine gekrümmte Oberfläche handeln. Die kegelförmige Lichtröhre ist an der Eintrittsstelle größer als an der Austrittsstelle. Die gezeigte kegelförmige Lichtröhre 312 wird überhaupt nicht abgestumpft.

[0037] Abb. 3B zeigt eine Seitenansicht der in Abb. 3A gezeigten kegelförmigen Lichtröhre mit einer einzigen Schnittebene. Abb. 3B zeigt die Lichtquelle 100, die Eintrittsoberfläche 355, einen Umriss der kegelförmigen Lichtröhre 312, die erste Schnittebene 315, sowie einen zweiten Abschnitt einer kegelförmigen Lichtröhre 322. Die erste 60 Schnittebene erfüllt die TIR-Bedingung. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung kann die Schnittebene, falls die TIR-Bedingung von den meisten eintreffenden Strahlen nicht er-

füllt wird, mit einer metallischen Oberfläche überzogen werden. Beispielsweise beträgt die Auftreffkegelachse ungefähr zwischen 32 und 90 Grad. Die erste Schnittebene 315 ist derart gestaltet, dass die Strahlen im Inneren des Kegels 312 abgebogen werden und die TIR-Bedingung erfüllen. Sobald die Strahlen die Schnittebene 315 erreichen, werden sie reflektiert und durchqueren den Kegelabschnitt 322 bis zur Austrittsoberfläche 317. Bei dem Kegelabschnitt 322 handelt es sich um das Spiegelbild des Kegelabschnitts 312, der durch die Abstumpfung entfernt wird.

[0038] Abb. 3C zeigt eine Seitenansicht der in Abb. 3B gezeigten, einfach abgestumpften kegelförmigen Lichtröhre mit einer zusätzlichen zweiten Schnittebene. Abb. 3C zeigt die Lichtquelle 100, die Eintrittsoberfläche 355, einen Umriss der einfach abgestumpften kegelförmigen Lichtröhre 322, die erste Schnittebene 315, eine zweite Abstumpfungsstelle 320, und einen dritten kegelförmigen Lichtrohrabschnitt 380. Die damit erhaltene zweifach abgestumpfte kegelförmige Lichtröhre ist schraffiert gezeigt. Die zweite Schnittebene kann derart schräg verlaufen, dass die TIR-Bedingung erfüllt wird, wodurch der Kegel 380 gebildet wird. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung könnte die zweite Schnittebene ebenfalls mit einer metallischen Beschichtung überzogen werden.

[0039] In einer Ausgestaltung dieser Erfindung gibt es keine Schnittebene, wie oben unter Bezugnahme auf Abb. 1 und 2 beschrieben. Eine weitere Ausgestaltung dieser Erfindung weist eine Schnittebene auf, wie weiter unten unter Bezugnahme auf Abb. 4 beschrieben. Eine dritte Ausgestaltung dieser Erfindung weist zwei Schnittebenen auf, wie weiter unten unter Bezugnahme auf Abb. 5 und 6 beschrieben. Bei den Ausgestaltungen dieser Erfindung mit keiner, einer oder zwei Schnittebene(n) kann eine kegelförmige Lichtröhre verwendet werden. In den Ausgestaltungen dieser Erfindung mit keiner, einer oder zwei Schnittebene(n) kann anstatt der kegelförmigen Lichtröhre eine zylindrische Lichtröhre verwendet werden.

[0040] In einer Ausgestaltung dieser Erfindung könnte die zweite Schnittebene derart schräg verlaufen, dass der Kegelabschnitt 360 nach links anstatt nach rechts zeigt. Die in Abb. 3C gezeigte Lichtröhre bildet dabei ein "Z". Die Lichtröhre könnte jedoch auch die Form eines "C" oder eines "U" aufweisen. In diesen Ausgestaltungen verlaufen die Achsen der verschiedenen kegelförmigen Abschnitte alle in derselben Ebene. Andere Ausgestaltungen dieser Erfindung sind ebenfalls möglich.

[0041] Abb. 4 zeigt eine Seitenansicht einer Ausgestaltung dieser vorliegenden Erfindung mit einer einfach abgestumpften, kegelförmigen Lichtröhre. Es sei darauf hingewiesen, dass in allen Abbildungen oder Beschreibungen einer kegelförmigen Lichtröhre eine zylindrische Lichtröhre anstelle der kegelförmigen Lichtröhre verwendet werden könnte. Abb. 4 zeigt eine Lichtquelle 100, eine Eintrittsoberfläche 455, eine Schnittebene 415, einen Umriss einer kegelförmigen Lichtröhre 412, einen einfach abgestumpften Kegel 422 sowie eine Austrittsoberfläche 460. In dieser Ausgestaltung dieser Erfindung weist die Lichtquelle 100 einen ungefähr senkrechten Winkel auf, sodass von der ersten Schnittebene das Licht auf ein Zielgebiet auf einer Tischoberfläche reflektiert wird.

[0042] Abb. 5 zeigt eine Seitenansicht einer Ausgestaltung dieser vorliegenden Erfindung mit einer zweifach abgestumpften, kegelförmigen Lichtröhre mit einer gekrümmten Eintritts- und Austrittsoberfläche. Die kegelförmige Lichtröhre kann als Rundkegel oder als anderweitig geformter Kegel ausgebildet sein, beispielsweise als rechteckiger Kegel. Die Lichtröhre kann mehrere Abschnitte aufweisen. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung weisen diese Ab-

schnitte nicht dieselbe Form auf. Beispielsweise kann ein Abschnitt die Form eines Rundkegels aufweisen, und ein weiterer Abschnitt kann ein rechteckiger Kegel sein: Abb. 5 zeigt eine waagrechte Lichtquelle 100, eine Leiterplatte 510, eine gekrümmte Eintrittsoberfläche 555, einen Sensor 125, reflektierende Oberflächen 515 und 520, eine gekrümmte Austrittsoberfläche 560, ein Zielgebiet (oder einen Konzentrationspunkt) 550 auf einer Tischoberfläche 545 sowie eine Bilderzeugungslinse 120. In der in Abb. 5 gezeigten Ausgestaltung der Erfindung wird die Lichtquelle 100 zur Ausstrahlung von Licht verwendet. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung handelt es sich bei der Lichtquelle 100 um eine LED. Die Lichtquelle 100 kann parallel zur Leiterplatte 510 angeordnet sein. Das von der Lichtquelle ausgestrahlte Licht bildet ein Strahlenbündel 525. Der Lichtstrahl 535 kann in einem sehr spitzen Winkel mit Hilfe der reflektierenden Oberflächen 515 und 520 auf das Zielgebiet 550 gerichtet werden. Das gestreute Licht vom abgebildeten Gebiet 550 wird von der Bilderzeugungslinse 120 gesammelt, und das Zielgebiet wird auf dem Sensor 125 abgebildet.

[0043] In einer Ausgestaltung dieser Erfindung kann es sich bei der erfindungsgemäßen Lichtquelle 100 um eine Leuchtdiode (LED) handeln, die Licht mit einer Wellenlänge von ungefähr 630 nm ausstrahlt. In einer weiteren Ausgestaltung dieser Erfindung kann als Lichtquelle 100 jede andere beliebige Lichtquelle eingesetzt werden, die Licht mit einer beliebigen Wellenlänge des sichtbaren Spektrums oder in der Nähe des infraroten Spektrums ausstrahlt. Die in Abb. 4 bis 6 gezeigte Linse kann aus vielen unterschiedlichen Materialien hergestellt werden, u. a. aus beliebigen optischen Polymeren oder Glas. Als Beispiele für Materialien, die zur Herstellung der Linse verwendet werden können, seien Polykarbonat, Polystyrol, Acryl, Polymethylmethacrylat oder andere optische Plastikwerkstoffe genannt. Bei allen Ausgestaltungen dieser Erfindung kann jedes beliebige Material verwendet werden, mit denen eine Lichtröhre hergestellt werden kann, die die TIR-Bedingung erfüllt.

[0044] In der gezeigten Ausgestaltung wird das Licht von der Eintrittsoberfläche 555 gesammelt. Die Oberflächen und Schnittebenen zwischen der Lichtquelle 100 und der Austrittsoberfläche 560 bilden eine kegelförmige Lichtröhre mit der gekrümmten Eintrittsoberfläche 555 und Austrittsoberfläche 560. Die Austrittsoberfläche 560 kann ringförmig sein, d. h. die Austrittsoberfläche 560 kann zwei verschiedene Kurvenradien aufweisen, die in einer senkrechten Ebene und nicht in einer waagrechten Ebene verlaufen. Die Schnittebenen 515 und 520 können einen abgestumpften Kegel bilden. Der Durchmesser des Lichtstrahls an der Eintrittsoberfläche 555 ist größer als der Durchmesser des Lichtstrahls an der Austrittsoberfläche 560.

[0045] Abb. 6 zeigt eine Draufsicht auf die kegelförmige Lichtröhre mit einer gekrümmten Eintrittsoberfläche 555 und Austrittsoberfläche 560. Ähnlich wie in Abb. 5 wird eine Lichtquelle 100 zur Beleuchtung einer Oberfläche 545, z. B. einer Tischoberfläche, verwendet. Das Licht wird auf das Zielgebiet 550 auf der Oberfläche 545 fokussiert. Ähnlich wie in Abbildung 5 gezeigt bilden die reflektierenden Oberflächen 515 und 520 wieder eine zweifach abgestumpfte, kegelförmige Lichtröhre. In einer Ausgestaltung dieser Erfindung kann es sich bei der Austrittsoberfläche 560 um eine ringförmige Austrittsoberfläche handeln.

[0046] Aus der obigen Beschreibung wird klar, dass die hier beschriebene Erfindung ein neuartiges und vorteilhaftes Beleuchtungssystem und -verfahren bei einem optischen Gerät darstellt. In der obigen Beschreibung werden lediglich beispielhafte Verfahren und Ausgestaltungen dieser Erfindung dargestellt und offengelegt. Für Fachleute ist offen-

sichtlich, dass die Erfindung anderweitig spezifisch umgesetzt werden kann, ohne dabei vom Sinn oder den wesentlichen Merkmalen der Erfindung abzuweichen. Die Erfindung kann beispielsweise in anderen Anwendungsbereichen und -gebieten eingesetzt und in Verbindung mit zusätzlichen Anwendungen verwendet werden, bei denen optische Verschiebungs- oder Bewegungsdetektion gewünscht ist. Dementsprechend soll in der Darstellung dieser vorliegenden Erfindung dieselbe illustriert werden, ohne jedoch deren erfindungsgemäßen Umfang zu beschränken, welcher in den nachfolgenden Ansprüchen festgelegt werden soll.

#### Patentansprüche

1. Ein System zur Beleuchtung einer Zieloberfläche, dadurch gekennzeichnet, dass dieses System die folgenden Bestandteile umfasst:  
eine Lichtquelle, die schräg zu einer Leiterplatte positioniert wird, wobei diese Lichtquelle Licht durch eine Öffnung in der Leiterplatte ausstrahlt; sowie  
eine Linse mit einer Eintrittsoberfläche und einer Austrittsoberfläche, wobei die Eintrittsoberfläche derart positioniert wird, dass das Licht von der Lichtquelle gesammelt wird und die Austrittsoberfläche das Licht auf die Zieloberfläche lenkt.
2. Das System gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Linse das Licht durch Brechung auf die Zieloberfläche lenkt.
3. Das System gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Linse das Licht mit Hilfe einer Fresnellinse auf die Zieloberfläche lenkt.
4. Das System gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Linse das Licht mit Hilfe eines diffraktiven optischen Elements auf die Zieloberfläche lenkt.
5. Das System gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel zwischen der Lichtquelle und der Leiterplatte ungefähr zwischen 10 Grad und 45 Grad beträgt.
6. Das System gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das von der Lichtquelle ausgestrahlte Licht durch eine Öffnung in der Leiterplatte fließt.
7. Das System gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle die Leiterplatte passiert.
8. Das System gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Linse um eine keilförmige Linse handelt.
9. Das System gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Eintrittsoberfläche des weiteren eine gekrümmte Oberfläche aufweist, mit der das von der Lichtquelle ausgestrahlte Licht gesammelt wird.
10. Das System gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der gekrümmten Eintrittsoberfläche um eine asphärische Eintrittsoberfläche handelt.
11. Das System gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Austrittsoberfläche des weiteren eine gekrümmte Oberfläche aufweist, mit der das von der Lichtquelle ausgestrahlte Licht auf der Zieloberfläche verteilt wird.
12. Das System gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der gekrümmten Austrittsoberfläche um eine ringförmige Austrittsoberfläche handelt.
13. Das System gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das System zum Einsatz in einer optischen Maus bestimmt ist.
14. Das System gemäß Anspruch 1, dadurch gekenn-

- zeichnet, dass das System zum Einsatz in einem optischen Trackball bestimmt ist.
15. Das System gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Lichtquelle um eine LED handelt.
16. Das System gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Linse aus Glas hergestellt wird.
17. Das System gemäss Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Linse aus einem optischen Plastikwerkstoff hergestellt wird.
18. Ein Verfahren zur Herstellung eines wirksamen Beleuchtungssystems zur Beleuchtung einer Oberfläche, dadurch gekennzeichnet, dass dieses Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
- Platzierung einer Lichtquelle schräg zur Oberfläche, wobei mit Hilfe der Lichtquelle Licht ausgestrahlt wird; sowie
- Positionierung einer Brechungslinse, wobei mit Hilfe der Brechungslinse Licht von der Lichtquelle gesammelt und das Licht direkt auf die Oberfläche gelenkt wird.
19. Das Verfahren gemäss Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle Licht durch eine Öffnung in einer Leiterplatte ausstrahlt.
20. Das Verfahren gemäss Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Lichtquelle um eine LED handelt.
21. Das Verfahren gemäss Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel zwischen dem Licht und der Oberfläche ungefähr zwischen 10 Grad und 45 Grad beträgt.
22. Das Verfahren gemäss Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass in einem weiteren Schritt das Beleuchtungssystem in einer optischen Maus untergebracht wird.
23. Das Verfahren gemäss Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Brechungslinse aus Glas hergestellt wird.
24. Das Verfahren gemäss Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Brechungslinse aus einem optischen Plastikwerkstoff hergestellt wird.
25. Ein Verfahren zur Beleuchtung einer Oberfläche, wobei dieses Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Licht wird schräg zur Oberfläche und durch eine Leiterplatte ausgestrahlt; das Licht wird gesammelt und mit Hilfe einer Brechungslinse direkt auf die Oberfläche gelenkt.
26. Das Verfahren gemäss Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel zur Oberfläche ungefähr zwischen 10 Grad und 45 Grad beträgt.
27. Ein System zur Beleuchtung einer Oberfläche, wobei dieses System die folgenden Elemente umfasst: eine Lichtstrahlmittel zur Ausstrahlung von Licht, wobei dieses Lichtstrahlmittel zur Oberfläche geneigt positioniert wird; ein Sammelmittel zum Sammeln des Lichts; sowie ein Richtmittel, mit dessen Hilfe das Licht direkt auf die Oberfläche gerichtet wird.
28. Das System gemäss Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Lichtstrahlmittel um eine LED handelt.
29. Das System gemäss Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass das Lichtstrahlmittel in einem Winkel von ungefähr 10 Grad bis 45 Grad geneigt ist.
30. Das System gemäss Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Sammelmittel um eine Linse handelt, die derart positioniert wird, dass

- vom Lichtstrahlmittel ausgestrahltes Licht gesammelt wird.
31. Das System gemäss Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass das Beleuchtungssystem in einer optischen Maus untergebracht wird.
32. Eine Brechungslinse, dadurch gekennzeichnet, dass diese Brechungslinse die folgenden Elemente umfasst:
- eine erste gekrümmten Oberfläche, derart positioniert, dass Licht gesammelt wird; sowie
- eine zweite gekrümmten Oberfläche, die mit der ersten Oberfläche verbunden ist, derart ausgebildet, dass das Licht in einem optischen Beleuchtungssystem durch Brechung direkt auf eine Zieloberfläche gerichtet wird.
33. Die Brechungslinse gemäss Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Oberfläche asphärisch ausgebildet ist.
34. Die Brechungslinse gemäss Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Oberfläche ringförmig ausgebildet ist.
35. Die Brechungslinse gemäss Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass diese Linse des weiteren eine Lichtquelle zur Beleuchtung der ersten Oberfläche sowie der zweiten Oberfläche aufweist.
36. Die Brechungslinse gemäss Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Brechungslinse in einer optischen Maus verwendet wird.
37. Die Brechungslinse gemäss Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Brechungslinse in einem optischen Trackball verwendet wird.
38. Die Brechungslinse gemäss Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Linse aus Glas hergestellt wird.
39. Die Brechungslinse gemäss Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Linse aus einem optischen Plastikwerkstoff hergestellt wird.
40. Ein Beleuchtungssystem auf Grundlage totaler interner Reflexion, dadurch gekennzeichnet, dass dieses Beleuchtungssystem die folgenden Elemente umfasst:
- eine Eintrittsoberfläche, derart positioniert, dass Licht gesammelt wird;
- eine abgestumpfte Lichtröhre, die mit der Eintrittsoberfläche, mit der das Licht gelenkt wird, verbunden ist; sowie
- eine gekrümmte Austrittsoberfläche, die mit der Lichtröhre verbunden ist, mit deren Hilfe das Licht effektiv auf eine Oberfläche gelenkt wird.
41. Das System gemäss Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abschnitt der Lichtröhre eine kegelförmige Gestalt aufweist.
42. Das System gemäss Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, dass die kegelförmige Lichtröhre einen Eintrittsquerschnitt aufweist, der größer ist als der des Austrittsquerschnitts.
43. Das System gemäss Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abschnitt der abgestumpften Lichtröhre eine zylindrische Gestalt aufweist.
44. Das System gemäss Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, dass die abgestumpfte Lichtröhre des weiteren eine erste reflektierende Oberfläche aufweist, mit der die Lichtröhre abgestumpft wird.
45. Das System gemäss Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet, dass die erste reflektierende Oberfläche mit einer metallische Beschichtung überzogen ist.
46. Das System gemäss Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet, dass die erste reflektierende Oberfläche derart positioniert ist, dass totale interne Reflexion gewährleistet ist.

47. Das System gemäss Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, dass dieses System des weiteren eine zweite reflektierenden Oberfläche aufweist, mit der das Licht des weiteren auf die Austrittsoberfläche gelenkt wird. 5
48. Das System gemäss Anspruch 47, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite reflektierende Oberfläche mit einer metallischen Beschichtung überzogen ist.
49. Das System gemäss Anspruch 47, dadurch gekennzeichnet, dass die erste reflektierende Oberfläche 10 derart positioniert ist, dass totale interne Reflektion gewährleistet ist.
50. Das System gemäss Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, dass dieses System des weiteren eine Lichtquelle aufweist, mit der Licht ausgestrahlt wird. 15
51. Das System gemäss Anspruch 47, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Lichtquelle um eine Leuchtdiode handelt.
52. Das System gemäss Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, dass die abgestumpfte Lichtröhre aus einem optischen Plastikwerkstoff hergestellt wird. 20
53. Das System gemäss Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, dass die abgestumpfte Lichtröhre aus Glas hergestellt wird.
54. Ein Beleuchtungsverfahren, dadurch gekennzeichnet, dass dieses Verfahren die folgenden Schritte umfasst: 25
- Sammeln des Lichts;
- Lenkung des Lichts auf eine Oberfläche mit Hilfe totaler interner Reflektion mit einer Lichtröhre. 30
55. Das Beleuchtungsverfahren gemäss Anspruch 54, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtröhre eine kegelförmige Gestalt aufweist.
56. Das Beleuchtungsverfahren gemäss Anspruch 54, dadurch gekennzeichnet, das bei diesem Verfahren des 35 weiteren das Licht mit Hilfe einer ringförmigen Austrittsoberfläche auf der Oberfläche fokussiert wird.
57. Ein Beleuchtungssystem zum Einsatz in einem Bewegungserkennungs-Computerzeigegerät, dadurch gekennzeichnet, dass dieses System die folgenden Bestandteile umfasst: 40
- eine Leiterplatte;
- eine LED, die schräg zur Leiterplatte positioniert wird, sowie
- eine Linse, die parallel zur Leuchtdiode verläuft, mit 45 der das Licht in einem zweitem Winkel auf einer Oberfläche fokussiert wird, wobei diese Linse eine asphärische Eintrittsoberfläche und eine zylindrische Austrittsoberfläche aufweist.

50

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65

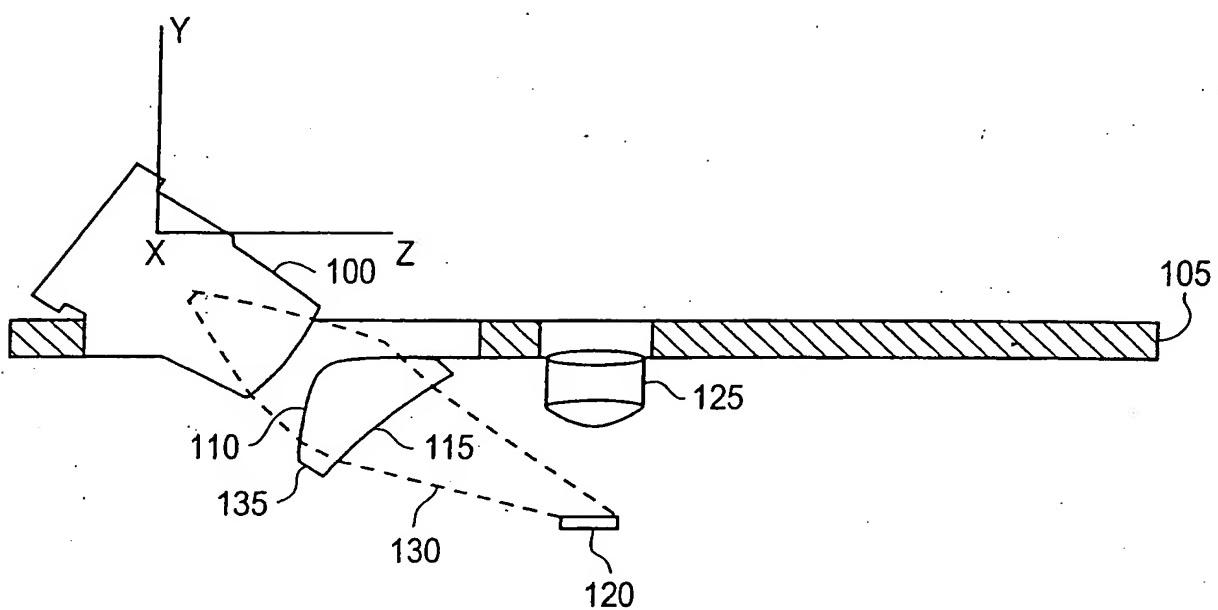


FIG. 1A

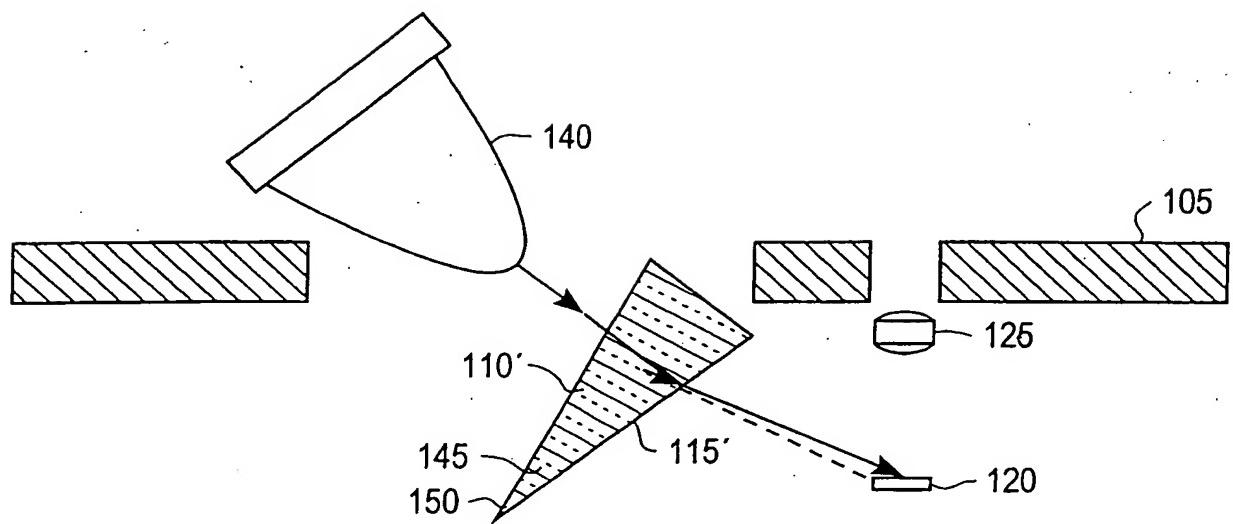


FIG. 1B

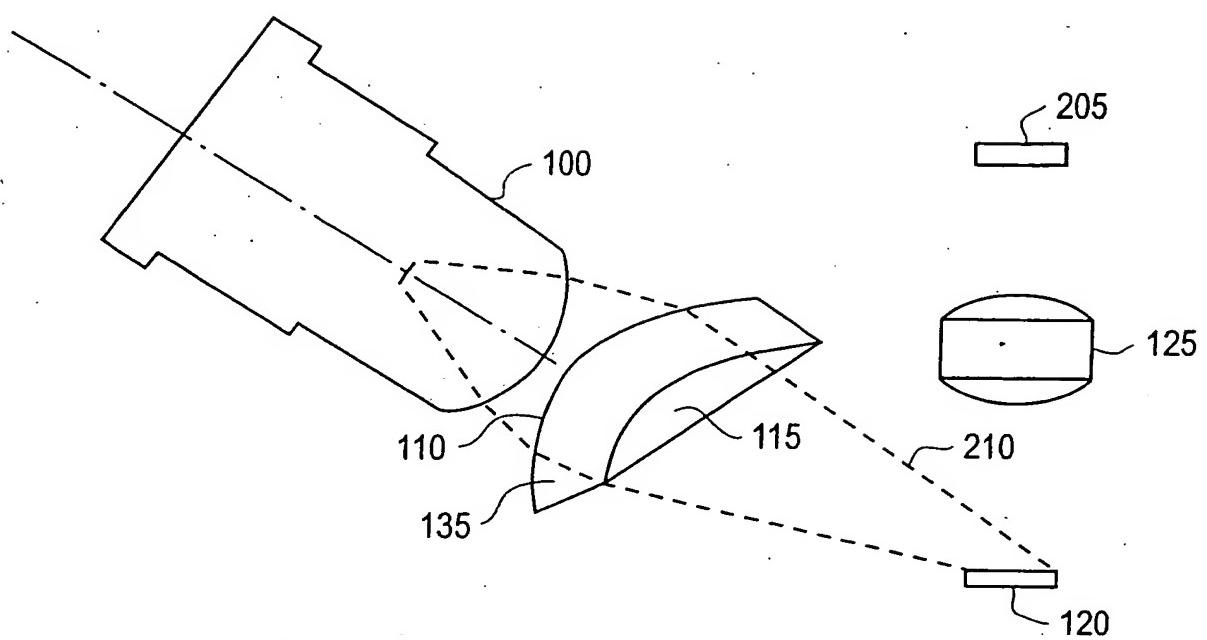


FIG. 2

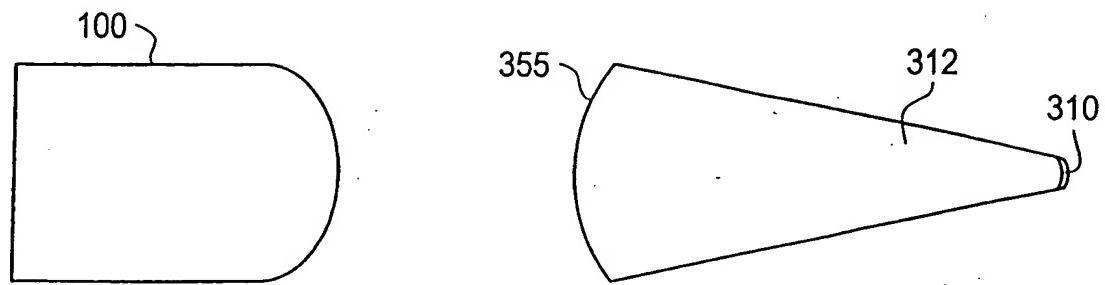


FIG. 3A

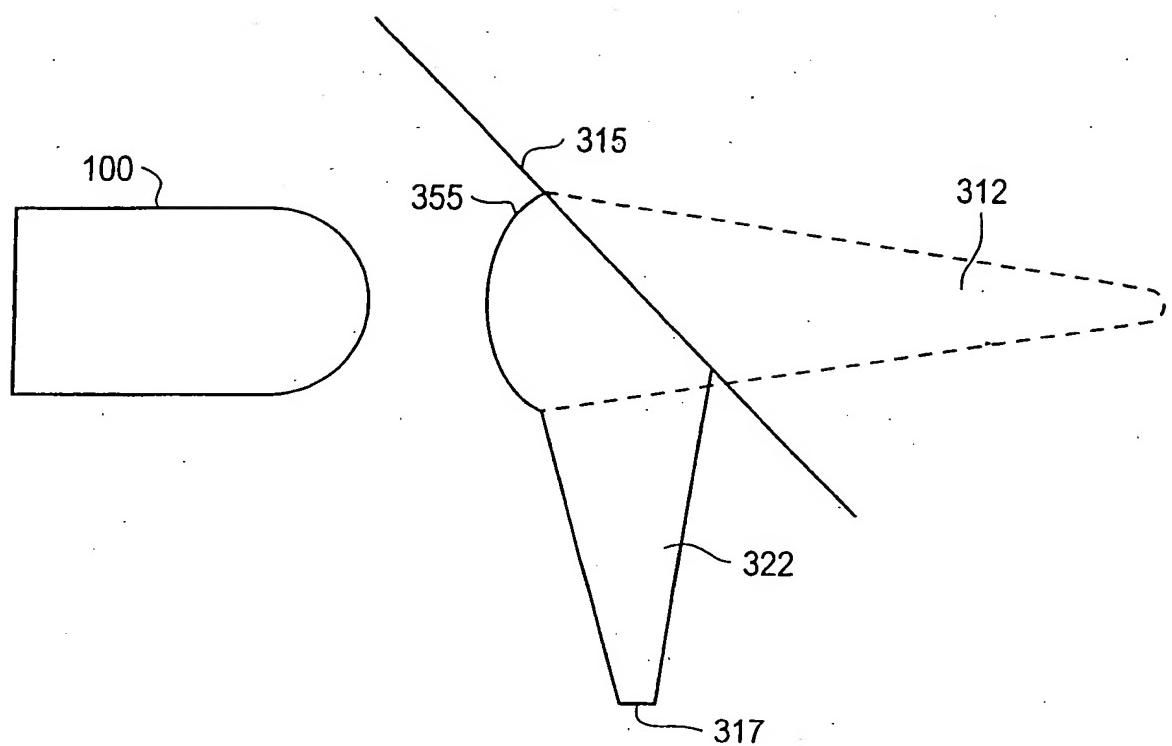


FIG. 3B

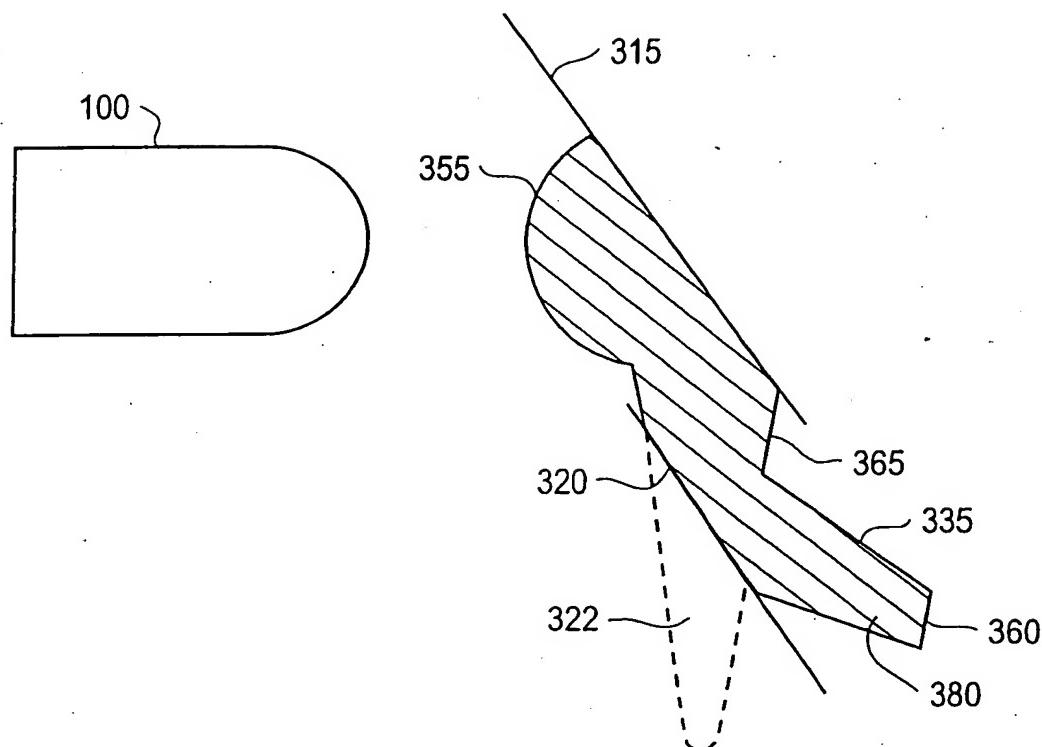


FIG. 3C

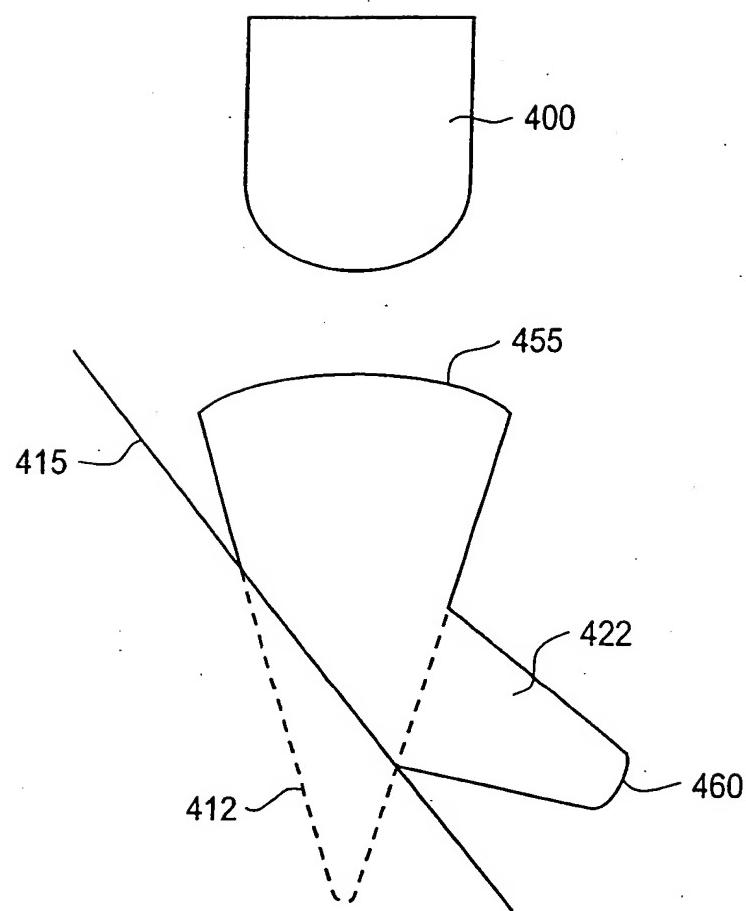


FIG. 4

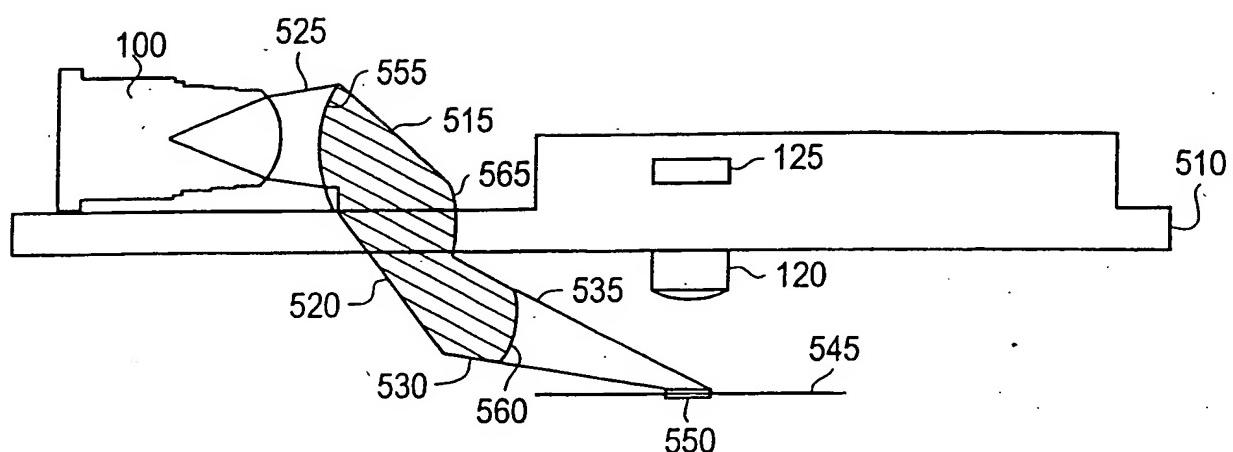


FIG. 5

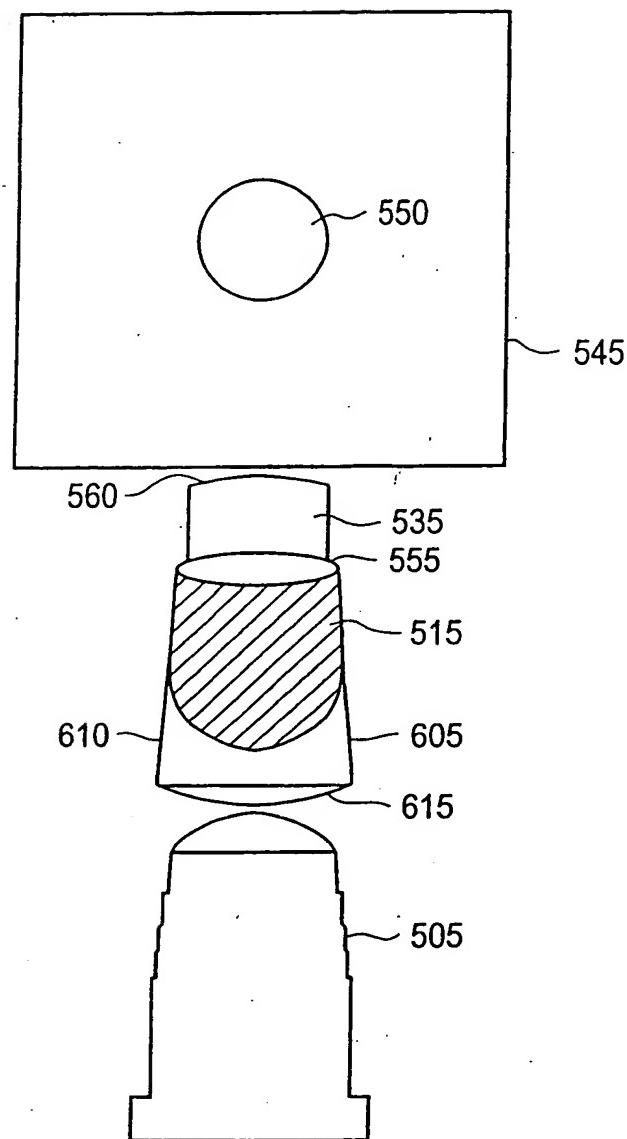


FIG. 6